



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Fitoextracción de plomo en relaves oxidados mediante el uso de *Ricinus Communis* y la adición de ácido fúlvico como agente quelante, Rímac, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Trejo Pasache, Luz Pamela (ORCID: 0000-0003-4877-1181)

ASESORA:

Mg. María Aliaga Martínez (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA- PERÚ

2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

JORNADA DE INVESTIGACIÓN N° 02
ACTA DE SUSTENTACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el Trabajo de Investigación, PRESENTADO EN LA
MODALIDAD DE: INFORME DE TESIS

Presentado por Don (a)

Luz Pamela Trujillo Peruche

Cuyo Título es:

Extracción de feno en celosa
oxidada mediante el uso de ácidos y
la adición de ácido fólico como agente
quelante, Perú - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el
estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (número)
Quince (letra).

Lima, 21 de Julio del 2018


PRESIDENTE
Dr. Julio CRONEL G.


VOCAL
Dr. María ALIAGA M.


SECRETARIO
Dr. Guisano P.

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar
las observaciones para dar el pase a Resolución.

Dedicatoria

A Dios quien día a día me condujo por el buen camino, y siempre me brindo la resistencia para seguir adelante y así no desvanecerme en los problemas que se presentaban, es por ello que, con toda la modestia y sencillez de mi corazón, se lo dedico, en primer lugar.

A mis padres que fueron los que me dieron vida, educación, apoyo, consejos, y creyeron en mí, esperando mi triunfo en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, y lograr terminar satisfactoriamente la carrera con vocación y entusiasmo.

A mis maestros, amigos y a mi novio, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido elaborar y culminar la investigación. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

Agradecimiento

Para la culminación de esta investigación tuvieron un lugar importante todos aquellos que me apoyaron durante la realización de la misma y es un placer nombrarlas expresándoles mi eterno agradecimiento:

A Dios, quiero priorizar expresando mi gratitud al creador, por darme fuerzas, sabiduría y salud; para poder lograr culminar el grado académico satisfactoriamente, por eso, con toda humildad que puedo emanar de mi corazón, dedicó la investigación al padre celestial.

A la Universidad César Vallejo, por haber permitido formarme con responsabilidad, actitud y comportamientos maduros, comportamientos acordes a situaciones que muy probablemente la vida me presentaría más adelante, y que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

A las personas más importantes en mi vida mis padres el Sr. Gaudencio Trejo y la Sra. Pilar Pasache, por el apoyo persistente que me brindaron en las distintas situaciones de mi vida, los principios y valores que me persuadieron desde niña y brindarme lo mejor de mi educación en las diferentes etapas, y son un extraordinario ejemplo de vida.

A Samuel Sebastián Falcón, por su apoyo incondicional en el proceso del desarrollo de la investigación, fue mi apoyo en la fase campo y sin su ayuda no hubiera llegado a lograr mis objetivos planteados.

A la Mg. María Aliaga Martínez por brindarme nuevos enfoques para plantear bien mis ideas en el desarrollo de la investigación, debido a que sin su apoyo no hubiera alcanzado este logro importante para mí y estoy agradecido con su persona.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Luz Pamela Trejo Pasache, con DNI N° 72419073, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2018



Luz Pamela Trejo Pasache
DNI: 72419073

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Fitoextracción de plomo en relaves oxidados mediante el uso de *Ricinus Communis* y la adición de ácido fúlvico como agente quelante, Rímac, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Ambiental

Trejo Pasache, Luz Pamela

ÍNDICE

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Trabajos Previos	3
1.3 Teorías Relacionadas al Tema	7
1.3.1 Metales Pesados.....	7
1.3.2 Plomo (Pb).....	8
1.3.3 Propiedades Físico-Químico del Pb	8
1.3.4 Relave oxidado	8
1.3.5 Descontaminación.....	8
1.3.6 Quelantes Naturales	9
1.3.7 Fitorremediación.....	9
1.3.8 Higuera (<i>Ricinus communis</i>)	11
1.3.9 Espectrofotometría de Absorción Atómica	12
1.3.10 Potencial Hidrógeno	13
1.3.11 Conductividad Eléctrica.....	13
1.3.12 Humedad.....	14
1.3.13 Marco Legal.....	14
1.4 Formulación del Problema.....	15
1.5 Justificación del Problema.....	15

1.6	Hipótesis	16
1.7	Objetivo	17
II.	MÉTODO	18
2.1	Tipo de Investigación	18
2.2	Diseño de investigación	18
2.3	Nivel de investigación	18
2.4	Método de investigación.....	19
2.5	Variables, Operacionalización	20
2.6	Población y muestra.....	21
2.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.8	Métodos de análisis de datos	27
2.9	Aspectos éticos	27
2.10	Desarrollo experimental	27
2.11	Análisis en laboratorio.....	30
2.12	Distribución del diseño experimental	32
III.	RESULTADOS	34
IV.	DISCUSIÓN.....	66
V.	CONCLUSIONES.....	68
VI.	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS	70
	ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Matriz de Operalización	20
Tabla N° 2: Instrumentos de Recolección de Datos	24
Tabla N° 3: Diseño Experimental.....	24
Tabla N° 4: Expertos y su % de validación	26
Tabla N° 5: Preservación, Conservación y Transporte	29
Tabla N° 6: Materiales y equipos	30
Tabla N°7: Dosificación del tratamiento empleado por 3 veces a la semana	33
Tabla N°8: Porcentaje de humedad de 1 mes	35
Tabla N°9: Porcentaje de humedad de 2 meses.....	35
Tabla N°10: Conductividad eléctrica del tratamiento de 1 mes	37
Tabla N°11: Conductividad eléctrica del tratamiento de 2 meses	37
Tabla N°12: Potencial de hidrógeno del tratamiento de 1 mes	38
Tabla N° 13: Potencial de hidrógeno del tratamiento de 2 meses	38
Tabla N° 14: Granulométrico por tamizado	41
Tabla N°15: Permeabilidad del relave	41
Tabla N° 16: Datos del tamaño de la higerilla de 1 Mes	42
Tabla N° 17: Datos del tamaño de la higerilla de 2 Meses	42
Tabla N°18: Extracción de plomo por tratamiento de la higerilla de 1 mes	44
Tabla N°19: Extracción de plomo por tratamiento de la higerilla de 2 meses	44
Tabla N°20: Extracción de plomo por tratamiento del relave de 1 mes	46
Tabla N°21: Extracción de plomo por tratamiento del relave de 2 meses	46
Tabla N°22: Pruebas de normalidad Concentración de plomo final (relave) mg/kg 1 Mes	48
Tabla N°23: Prueba de homogeneidad de varianzas Concentración de plomo final (relave) 1 Mes	48
Tabla N°24: Prueba de muestras emparejadas Concentración de plomo final (relave) 1 Mes	49

Tabla N°25: Pruebas de normalidad Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 1 Mes	50
Tabla N°26: Prueba de homogeneidad de varianzas Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 1 Mes	51
Tabla N°27: Prueba de muestras emparejadas Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 1 Mes	51
Tabla N°28: Pruebas de normalidad Tamaño final de la higuerilla (cm) 1 Mes	52
Tabla N°29: Prueba de homogeneidad de varianzas Tamaño final de la higuerilla (cm) 1 Mes	53
Tabla N°30: Prueba de muestras emparejadas Tamaño final de la higuerilla (cm) 1 Mes....	53
Tabla N°31: Pruebas de normalidad Dosis del ácido fúlvico 1 Mes	54
Tabla N°32: Prueba de homogeneidad de varianzas Dosis del ácido fúlvico 1 Mes	55
Tabla N°33: Prueba de muestras emparejadas Dosis del ácido fúlvico 1 Mes	55
Tabla N°34: Pruebas de normalidad Concentración de plomo final (relave) mg/kg 2 Meses	56
Tabla N°35: Prueba de homogeneidad de varianzas Concentración de plomo final (relave) mg/kg 2 meses	57
Tabla N°36: Prueba de muestras emparejadas Concentración de plomo final (relave) mg/kg 2 Meses.....	58
Tabla N°37: Pruebas de normalidad Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 2 Meses	59
Tabla N°38: Prueba de homogeneidad de varianzas Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 2 Meses.....	59
Tabla N°39: Prueba de muestras emparejadas Concentración de plomo final (higuerilla) mg/kg 2 Meses.....	60
Tabla N°40: Pruebas de normalidad Tamaño final de la higuerilla (cm) 2 Meses.....	61
Tabla N°41: Prueba de homogeneidad de varianzas Tamaño final de la higuerilla (cm) 2 Meses	61

Tabla N°42: Prueba de muestras emparejadas Tamaño final de la higuera (cm) 2 Meses meses	62
Tabla N°43: Pruebas de normalidad Dosis del ácido fúlvico 2 Meses.....	63
Tabla N°44: Prueba de homogeneidad de varianzas Dosis del ácido fúlvico 2 Meses	63
Tabla N°45: Prueba de muestras emparejadas Dosis del ácido fúlvico 2 meses	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Fases de la espectrometría de absorción atómica	13
Figura N° 2: Puntos de muestra de la zona de estudio	28
Figura N° 3: Porcentaje de humedad a partir de 1 mes	36
Figura N° 4: Porcentaje de humedad a partir de 2 meses	36
Figura N° 5: Conductividad eléctrica a partir de 1 mes	39
Figura N° 6: Conductividad eléctrica a partir de 2 meses	39
Figura N° 7: Potencial de hidrógeno a partir de 1 mes.....	40
Figura N° 8: Potencial de hidrógeno a partir de 2 meses	40
Figura N° 9: Datos del tamaño de la higuera con el ácido fúlvico a partir de 1 mes	43
Figura N° 10: Datos del tamaño de la higuera con el ácido fúlvico a partir de 2 meses .	43
Figura N° 11: concentración de plomo encontrado en la higuera a partir 1 mes	45
Figura N° 12: concentración de plomo encontrado en la higuera a partir de 2 meses	45
Figura N° 13: concentración de plomo encontrado en el relave a partir de 1 mes.....	47
Figura N° 14: concentración de plomo encontrado en el relave a partir de 2 meses.....	47

RESUMEN

La presente investigación se realizó para tratar los relaves oxidados, que tenían una concentración de plomo de 20 088,206 mg/kg siendo perjudiciales para los seres vivos estando expuestos al ambiente sin un tratamiento adecuado, dando como objetivo determinar el alcance de la fitoextracción de plomo con la higuera (*Ricinus communis*) y la adición del ácido fúlvico como agente quelante del relave oxidado muestreado en el Rímac, tratando de dar una posibilidad de recuperar recursos contaminados por la minería, ejecutando 3 tratamientos (cada uno con 2 repeticiones), más la muestra testigo (cada uno con 1 repetición), recolectándose 1m² de relave para un total de 14 macetas experimentales. Para ello la higuera se adaptó durante un periodo de 15 días, siendo favorable su adaptación, posterior a ello se llevó a las macetas codificadas por tratamiento y 1 - 2 meses, con 3 dosis distintas de 0, 2.5 y 5 ml de ácido fúlvico disuelto en 1 litro de agua.

Demostrando que el tratamiento de 2 meses el volumen más óptimo de ácido fúlvico fue la dosis de 5ml disuelto en 1L de agua, donde se muestra una efectividad en el crecimiento de la higuera. Concluyendo que a partir de 2 meses la higuera (*Ricinus communis*) se encuentra en óptimas condiciones para un eficiente fitoextracción de plomo en los relaves oxidados. Se demostró que la higuera tuvo la capacidad para remover el plomo del relave oxidado a diferentes dosis en las macetas, de esa forma hubo un desarrollo en la planta estimulándose en una gran medida con la adición del ácido fúlvico. Se disminuyó la concentración del relave oxidado, mostrando de esta forma el servicio ambiental que brinda este ser vivo (higuera) en estas condiciones y la importancia de conservar el ecosistema y los elementos que lo habitan.

Palabras clave: Fitoextracción, relave oxidado, higuera (*Ricinus communis*), ácido fúlvico.

ABSTRACT

The present investigation was carried out to treat oxidized tailings, which had a lead concentration of 20 088,206 mg / kg were harmful to living beings affected by the environment without adequate treatment, aiming to determine the extent of phytoextraction. lead with castor (*Ricinus communis*) and the addition of fulvic acid as a chelating agent of the oxidized tailings sampled in Rímac, trying to give a possibility to recover resources contaminated by mining, executing 3 treatments (each with 2 repetitions), plus the control sample (each with 1 repetition), collecting 1m2 of tailings for a total of 14 experimental pots. For this, the fig tree adapts over a period of 15 days, its adaptation being favorable, after which it is taken to the pots encoded by treatment and 1 - 2 months, with 3 different doses of 0, 2.5 and 5 ml of fulvic acid dissolved in 1 liter of water.

Demonstrating that the 2-month treatment, the most optimal volume of fulvic acid was the dose of 5 ml dissolved in 1L of water, which shows a test on the growth of the fig. Concluding that from 2 months the castor (*Ricinus communis*) is in optimal conditions for efficient phytoextraction of lead in oxidized tailings. It was shown that the castor bean had the capacity to remove the lead from the oxidized tailings at different doses in the pots, in this way there was a development in the plant stimulating to a great extent with the amount of fulvic acid. The concentration of the oxidized tailings was decreased, thus showing the environmental service provided by this living being (castor) in these conditions and the importance of the conservation of the ecosystem and the elements that inhabit it.

Keywords: Phytoextraction, oxidized tailings, higuerilla (*Ricinus communis*), fulvic acid

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : FDS-PP-PS-02.02 Versión : 01 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Benites Alfaro Elmer, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisé (a) de la tesis titulada:

"FITOEXTRACCIÓN DE PLOMO EN RELAVES OXIDADOS MEDIANTE EL USO DE RICINUS COMMUNIS Y LA ADICIÓN DE ÁCIDO FULVICO COMO AGENTE QUELANTE, RIMAC, 2018" del (de la) estudiante Luz Pamela Trejo Pasache, constaté que la investigación tiene un índice de similitud de 28% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin,

Esta suscrita (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 03 de octubre de 2020



Dr. Elmer Benites Alfaro
CP 71555

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------